

## PEMBUATAN PROTOTYPE GENERATOR MAGNET PERMANEN MENGUNAKAN KUMPARAN STATOR SEBAGAI ALAT PERAGA PRAKTIKUM FISIKA

**Pujo Priyadi\*, M.Muslikhudin dan Dwi Yulianto**

\*Laboratorium Jurusan Fisika, Fakultas MIPA - Universitas Jenderal Soedirman

JL. dr.Suparno No.61 Purwokerto 53123 Telp. 0281638793

E-mail: pujopriyadi@gmail.com\*

### *Abstract*

*The prototype of a permanent magnet generator using eight double stator coils has been successfully constructed. This paper focuses on the prove of the double coil existences and the effect iron core addition to the coil in increasing the output potentials. The equipment resulted in this work is expected to be able to enrich the experiment of electricity and magnetism in the Physics study program at the undergraduate level. The results show that the addition of iron core on the coil causes an increase in output potential, i.e., from 2.5 Volts without iron core to 8.3 Volts with the iron core. Further, the tests by combining the four coils also resulted in an increase of output potentials from 10 Volts to 30 volts, in the case of without and with iron cores. Furthermore, the incorporation of eight coils in the front and rear double stator also increase the output voltage from 20 Volts without iron cores to 61.3 Volts with iron cores.*

**Keywords:** generator, permanent magnet, double stator, voltage increase

## PENDAHULUAN

Energi listrik dari sumber terbarukan merupakan energi alternatif yang harus dikembangkan. Berbagai usaha telah dilakukan oleh pemerintah agar penggunaan energi listrik mulai bergeser kepada sumber yang terbarukan, seperti energi angin, energi air, energi matahari ataupun energi ombak. Selain energi yang bersumber dari matahari, untuk mengkonversi energi alam menjadi energi listrik dibutuhkan generator. Kebanyakan generator yang beredar di pasaran menggunakan kecepatan putar yang tinggi, diatas 1000 rpm. Kebutuhan generator pada skala mikro adalah generator dengan kecepatan putar rendah.

Usaha pemanfaatan energi angin menjadi energi listrik telah dilakukan menggunakan Rotor Savonius dan Windside yang mampu memberikan penerangan jalan tol (Soelaiman, 2000). Hal serupa juga pernah dilakukan melalui pembuatan turbin angin dan generator yang diimplementasikan di daerah Kampung Laut, Cilacap (Bilalodin, Sugito, 2011). Mengingat putaran yang dihasilkan oleh turbin angin mempunyai frekuensi putaran yang rendah, maka perlu dibuat suatu generator yang mampu menghasilkan energi listrik pada putaran rendah. Penelitian terkait dengan rancang bangun generator putaran rendah telah dilakukan menggunakan magnet permanen. Pada penelitian tersebut menggunakan magnet permanen pada bagian rotor dan sebuah stator yang terpasang kumparan untuk menghasilkan arus induksi (H.Asy'ari, Jatmiko, A.Ardiyatmoko, 2012). Magnet permanen juga dapat difungsikan sebagai penguat medan magnet dari sebuah generator (Teguh Harijono Mulud, 2013). Sementara pembuatan generator dengan memanfaatkan motor induksi juga pernah dilakukan oleh Machmud Effendy, 2009.

Rancangan generator pada penelitian ini menggunakan magnet permanen sebagai rotor yang diapit oleh dua buah stator pada bagian depan dan belakang. Pada setiap bagian stator ditanamkan kumparan dengan jumlah yang sama dengan jumlah magnet permanen, sehingga dengan adanya dua bagian stator akan dihasilkan arus listrik yang lebih besar dari pada menggunakan stator tunggal. Dengan demikian daya keluaran dari generator yang dihasilkan juga akan lebih besar.

Peristiwa munculnya ggl pada suatu kumparan akibat adanya perubahan medan magnet yang terjadi dalam suatu kumparan disebut induksi elektromagnetik (Tipler, 2001). Magnet selalu memiliki dua kutub, yaitu kutub utara dan kutub selatan. Hal ini dikarenakan adanya spin magnetik yang teratur dan mengarah pada satu arah tertentu. Apabila seutas kawat dialirkan arus listrik searah, maka akan muncul medan magnet di sekitar kawat tersebut. Apabila kawat tersebut dibuat melingkar, maka pada bagian dalam lingkaran akan muncul medan magnet pada arah tertentu. Kumparan kawat yang membentuk silinder yang jarak antar lilitannya sangat rapat disebut dengan solenoida. Berdasarkan pada peristiwa tersebut maka apabila ada medan magnet yang selalu berubah mengenai solenoida tersebut akan memunculkan arus listrik. Peristiwa semacam ini dikenal dengan induksi elektromagnetik.

Menurut percobaan yang dilakukan oleh Faraday, jika *fluks* magnetik yang melalui suatu rangkaian diubah dengan cara apapun, maka akan muncul ggl induksi yang sama besarnya dengan laju perubahan *fluks* yang diinduksikan dalam rangkaian (Young, 2003). Hukum Faraday menyatakan bahwa tegangan elektrik imbas  $\mathcal{E}$  di dalam sebuah rangkaian adalah sama (kecuali tanda negatifnya) dengan kecepatan *fluks* yang melalui rangkaian tersebut. Jika kecepatan perubahan *fluks* dinyatakan di dalam *weber/detik*, maka tegangan gerak elektrik  $\mathcal{E}$  akan dinyatakan dalam *volt*. Besarnya ggl induksi (*electromagnetic force*) merupakan perubahan *fluks* magnetik ( $\phi_B$ ) dalam selang waktu ( $t$ ) sehingga dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\mathcal{E} = - \frac{d\phi_B}{dt} \quad (1)$$

Tanda negatif pada persamaan (1) merupakan pernyataan dari Hukum Lenz yang menjelaskan bahwa tegangan gerak elektrik akan selalu berlawanan terhadap perubahan medan magnet yang diterima kumparan atau solenoida. Jika persamaan (1) diberlakukan pada sebuah solenoida yang terdiri dari  $N$  lilitan, maka sebuah tegangan gerak elektrik akan muncul dalam setiap lilitan sehingga tegangan gerak elektrik totalnya merupakan penjumlahan dari setiap lilitan, sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$\mathcal{E} = -N \frac{d\phi_B}{dt} = - \frac{d(N\phi_B)}{dt} \quad (2)$$

Dengan  $N\phi_B$  menyatakan nilai tautan fluks (*fluks linkages*) di dalam solenoida,  $N$  menyatakan jumlah lilitan dan  $\phi_B$  menyatakan fluks magnetik.

Medan magnet induksi akan selalu melawan arah gerakan magnet. Ketika magnet digerakkan menjauhi kumparan, maka arus akan berubah arah dan dengan demikian pula arah medan magnet juga akan berubah (Liang Chi Zhen, Jin Au Kong, 2001). Hal ini mengakibatkan adanya gaya yang berupaya untuk mencegah magnet bergerak menjauhi kumparan. Ke arah manapun magnet digerakkan, maka akan selalu terdapat gaya yang melawan pergerakan tersebut yang dibentuk dari medan magnet kumparan. Hasil dari gaya tersebut dikonversikan menjadi beda potensial yang dapat diukur dari ujung-ujung kumparan.

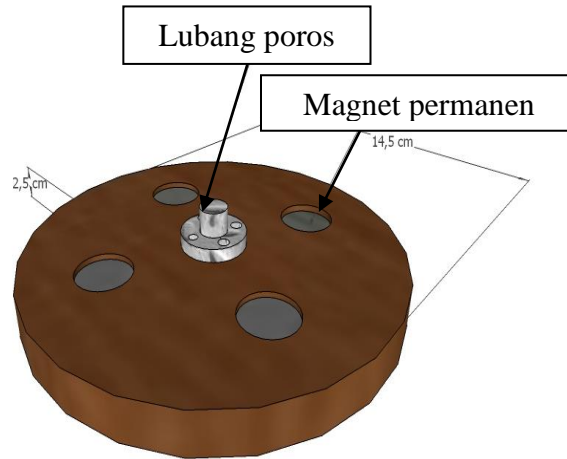
## BAHAN DAN METODE

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian adalah multimeter digital, motor penggerak putaran, magnet permanen, piringan dari kayu, besi as, besi pejal, kawat email, akrilik, pipa paralon, lakher, pully.

Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen di Laboratorium Fisika Dasar Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto. Penelitian dilakukan melalui tiga tahap, yaitu: pembuatan desain generator, pembuatan generator dan pengujian generator. Pengujian dilakukan terhadap generator dalam dua keadaan, yaitu keadaan tanpa

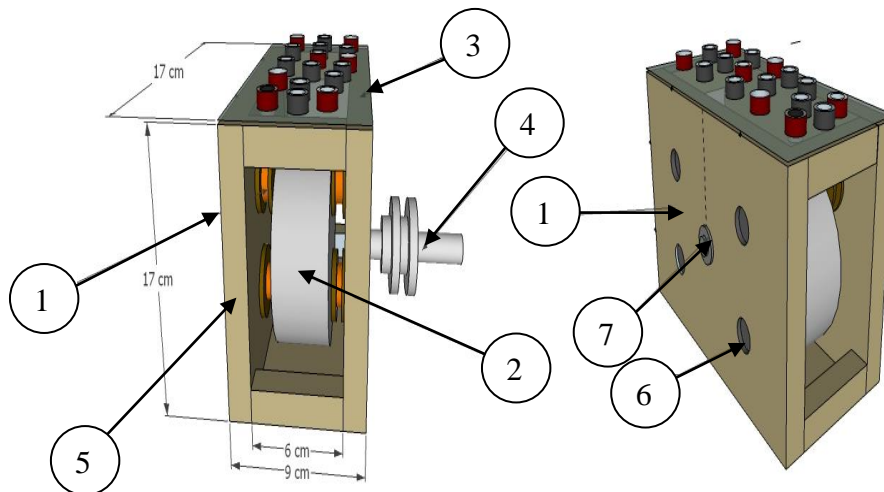
inti besi dan keadaan dengan inti besi pada tengah-tengah kumparan. Pengujian juga dilakukan pada setiap kumparan maupun setelah keempat kumparan digabungkan.

Rancangan generator yang dibuat adalah menggunakan 4 buah magnet permanen pada bagian rotor. Magnet permanen disusun melingkar pada suatu piringan seperti tampak pada Gambar 1.



Gambar. 1. Rotor

Generator terdiri dari bagian rotor yang diapit oleh dua buah stator pada bagian depan dan belakang seperti tampak pada Gambar 2. Bagian stator dibuat dari piringan yang ditanami kumparan. Jumlah kumparan pada setiap piringan dibuat sama dengan jumlah magnet permanen yang dipasang pada bagian rotor. Ketiga piringan yang terdiri dari sebuah piringan yang berisi magnet permanen dan dua buah piringan berisi kumparan disusun dengan urutan stator-rotor-stator. Susunan dari stator-rotor-stator dibuat seporos.



Gambar 2. Bagian generator

Keterangan

- |                            |                              |          |
|----------------------------|------------------------------|----------|
| 1. Stator                  | 4. Puly                      | 7. Poros |
| 2. Rotor                   | 5. Kumparan                  |          |
| 3. Panel tegangan keluaran | 6. Tempat inti besi kumparan |          |

Kuat medan magnet permanen yang digunakan masing-masing sebesar 4000 Gauss. Sementara pada bagian kumparan diperoleh hasil perhitungan sebesar 500 lilitan untuk setiap untai kumparan. Magnet permanen yang digunakan adalah magnet bentuk silinder dengan

diameter 2,5 cm dan tinggi 2,5 cm. Kumparan pada bagian stator dibuat dari bahan kawat email dengan ukuran diameter 0,3 mm.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian yang dilakukan pada generator ini adalah respon tegangan keluaran generator pada keadaan tanpa inti besi dan dengan inti besi pada kecepatan putar yang sama. Data hasil pengujian tanpa inti besi seperti ditunjukkan pada **Tabel 1** dan **Tabel 2**.

**Tabel 1** Data tegangan generator dari kumparan depan.

Kumparan	Tegangan (V)	
	Tanpa Inti Besi	Dengan Inti Besi
<b>A</b>	2,69	7,71
<b>B</b>	2,38	6,99
<b>C</b>	2,79	7,93
<b>D</b>	2,38	6,85
<b>Rata-rata</b>	<b>2,56</b>	<b>7,37</b>
<b>Gabungan</b>	<b>10,29</b>	<b>29,4</b>

**Tabel 2** Data tegangan generator dari kumparan belakang

Kumparan	Tegangan (V)	
	Tanpa Inti Besi	Dengan Inti Besi
<b>E</b>	2,78	8,31
<b>F</b>	2,4	7,34
<b>G</b>	2,58	9,03
<b>H</b>	2,51	7,67
<b>Rata-rata</b>	<b>2,57</b>	<b>8,09</b>
<b>Gabungan</b>	<b>9,8</b>	<b>31,8</b>

Berdasarkan pada hasil pengujian terhadap generator diperoleh hasil bahwa generator dapat menghasilkan tegangan dalam keadaan terbuka pada putaran rendah, yaitu 530 rpm. Tegangan keluaran dari setiap kumparan pada keadaan tanpa inti besi rata rata sebesar 2,56 volt, sementara dengan inti besi meningkat menjadi 7,37 volt pada stator bagian depan dan 8,09 volt pada stator belakang. Terlihat bahwa penambahan inti besi pada tengah-tengah kumparan dapat meningkatkan tegangan keluaran dari setiap kumparan.

Pengujian generator setelah digabungkan pada keempat kumparan dari setiap stator juga mengalami peningkatan yang berarti. Tegangan keluaran gabungan dari stator depan pada keadaan tanpa inti besi sebesar 10,29 volt dan dengan inti besi sebesar 29,4 volt. Tegangan keluaran gabungan dari stator belakang pada keadaan tanpa inti besi sebesar 9,8 volt dan dengan inti besi sebesar 31,8 volt. Sementara tegangan keluaran gabungan kedua stator, yaitu bagian depan dan bagian belakang menghasilkan tegangan keluaran sebesar 61,3 volt.

## KESIMPULAN

1. Prototype generator magnet permanen dibuat menggunakan 4 bauh magnet permanen dan dua stator yang masing-masing terdiri dari 4 kumparan. Kekuatan medan setiap magnet sebesar 4000 Gauss dan jumlah lilitan setiap kumparan sebanyak 500 lilitan dari kawat email berdiameter 0,3 mm.

2. Penambahan inti besi pada tengah-tengah kumparan dapat meningkatkan tegangan keluaran generator. Tegangan keluaran gabungan dari kedua stator dengan inti besi sebesar 61,3 volt.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Kegiatan penelitian ini tidak terlepas dari bantuan dan keterlibatan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat UNSOED yang telah memberikan dana untuk melakukan penelitian ini.
2. Laboratorium Fisika Dasar, Jurusan Fisika, Fakultas MIPA UNSOED yang telah memberikan tempat dan fasilitasnya untuk melakukan penelitian ini.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Bilalodin, Sugito, 2011, Rancang Bangun Turbin Angin Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Angin Mikro Guna Memenuhi Pasokan Listrik di Kampung Laut Kabupaten Cilacap, *Laporan Penelitian Hibah Bersaing*, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada masyarakat, Unsoed.
- H.Asy'ari, A.Budiman, W.Setiyawan, 2012, Desain Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Angin dengan Turbin Horizontal dan Generator Magnet Permanen Tipe Axial Kecepatan Rendah, *Prosiding Seminar aplikasi sains dan teknologi periode III*, ISSN 1979-911X, B42-B47
- Liang Chi Shen, Jin Au Kong, 2001, *Aplikasi Elektromagnetik*, Erlangga, Jakarta.
- Machmud Effendy, 2009, Rancang Bangun Motor Induksi sebagai Generator (MISG) pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro, *TRANSMISI, Jurnal Teknik Elektro*, Volume 11, Nomor 2, Juni 2009, hlm. 71-76
- Sepannur Bandri, 2013, Analisa Pengaruh Perubahan Beban Terhadap Karakteristik Generator Sinkron, *Jurnal Teknik Elektro*, Volume 2, No. 1, Januari 2013, pp:42 – 48.
- Soelaiman, P.N. Tandian, dan Rosidin, “Perancangan, pembuatan dan pengujian Prototipe SKEA menggunakan Rotor Savonius dan Windside Untuk Penerangan Jalan Tol”, Laporan Penelitian ITB Bandung, 2000.
- Tippler, Paul A.1991. *Fisika Untuk Sains Dan Teknik*. Erlangga, Jakarta.
- Young dan Freedman, 2003, *Fisika Universitas, Jilid 2*, Erlangga, Jakarta
- Reza Alfauzi1, Bambang Sugiyantoro2, Avrin Nur Widiastuti, studi pemanfaatan generator magnet permanen untuk pengisian aki, *Jurnal Penelitian Teknik Elektro* Vol. 4 No. 2, Juni 2011
- Teguh Harijono Mulud, Pengaruh Magnet Permanen sebagai Penguat Medan Magnet pada Pembangkit Tenaga Listrik, *Prosiding SNST ke-4 Tahun 2013*. Pp 69-74.
- <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/electric/farlaw.html>
- My Physics Class; [http://nenysmadda.ucoz.org/news/induksi\\_elektrom](http://nenysmadda.ucoz.org/news/induksi_elektrom)

